

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA**

MARCELO ANTÔNIO DUARTE DA CRUZ

**ESTUDO DO PROCESSO FERMENTATIVO E SUA RELAÇÃO COM A
QUALIDADE DO CAFÉ NA REGIÃO DO CERRADO MINEIRO**

**PATOS DE MINAS – MG
JANEIRO DE 2023**

MARCELO ANTÔNIO DAURTE DA CRUZ

**ESTUDO DO PROCESSO FERMENTATIVO E SUA RELAÇÃO COM A
QUALIDADE DO CAFÉ NA REGIÃO DO CERRADO MINEIRO**

Monografia apresentada ao Instituto de Biotecnologia da Universidade Federal de Uberlândia como requisito final para a obtenção do título de Bacharel em Biotecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Matheus de S. Gomes

Co-orientadora: Prof.^a. Dr^a. Líbia D. Santos

Co-orientadora: Dr^a. Lívia C. F. Silva

PATOS DE MINAS – MG

JANEIRO DE 2023

MARCELO ANTÔNIO DAURTE DA CRUZ

Estudo do Processo Fermentativo da Variedade Catuai na Região do Cerrado Mineiro.

Monografia apresentada ao Instituto de Biotecnologia da Universidade Federal de Uberlândia como requisito final para a obtenção do título de Bacharel em Biotecnologia.

Banca examinadora:

Dr. Raoni Pais Siqueira - UFU- IBTEC
Presidente

Me. Shismany de Fátima Assunção Araujo - UFU - FEQUI / PPGEA
Membro

Prof. Dr. Laurence Rodrigues do Amaral - UFU - FACOM
Membro

Os membros da Comissão Examinadora acima assinaram a Ata de Defesa que se encontra no Sistema Eletrônico de Informações (SEI) da Universidade Federal de Uberlândia.

Patos de Minas, MG - 18 de janeiro de 2023

A minha esposa Shirley e a meus filhos Ana Clara e Marcelo.

OFEREÇO.

Aos meu pais José Moraes e Maria Carolina,

Ao meu tio João,

A minha irmã Márcia e minha sobrinha Cecília e a meu irmão Cristiano (*in
memoriam*).

E a todos aqueles que tem como labor, o campo.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Uberlândia, por criar um ambiente onde se defende o conhecimento, a razão e o saber, sempre com respeito aos valores de uma sociedade justa e democrática.

Ao Grupo Naimeg por acreditar que pela ciência podemos melhorar a metodologia de produção com foco em sustentabilidade e também a equipe da fazenda Pântano pelo apoio, alegria e prontidão em sempre nos ajudar nas tarefas.

Aos meus orientadores Professor Matheus, Professora Líbia e a amiga Lívia pela assistência, pelo apoio e compreensão e também pelo afincamento na realização deste trabalho;

Aos meus mestres do curso de Biotecnologia, pelas horas de vivência que tivemos, pelos ensinamentos, tanto de ciência como de vida, e claro, pela imensa paciência e equilíbrio que tiveram comigo. A vocês, minha deferência e meu respeito.

Aos meus colegas, que em momentos de risos e descontração, fizeram este tempo que passamos, se tornar único em minha existência;

Agradeço a ajuda financeira dos órgãos de fomento FAPEMIG (APQ 04267-22), FAPESP (2021/06968-3), CNPq e CAPES.

A todos que, de alguma forma, me apoiaram e me ajudaram na concretização desta jornada.

RESUMO

Brasil é destaque no mercado internacional como o maior produtor e exportador de café e também como um dos maiores consumidores da bebida, e neste cenário de crescente demanda, no qual consumidores buscam além da qualidade da bebida, uma experiência no consumo de cafés especiais, que estão associados à uma diversidade de sabores e aromas. Dentre os processos pós colheitas, a fermentação pode agregar atributos de relevância como sabor, aroma e acidez, que decorrem devidos as alterações químicas, fisiológicas e metabólicas do processo. Assim, o objetivo, neste trabalho destinou-se em aplicar a metodologia de análise sensorial de cafés especiais proposta pela *Specialty Coffee Association* para a qualificação da qualidade do café Catuaí IAC 144, safra 2022, em metodologias de processos fermentativos, e avaliar a ocorrência de possíveis relações com os perfis sensoriais encontrados na bebida final na xícara. No experimento foram utilizados 24 biorreatores de 200 litros, mais duas testemunhas, sendo o Cereja e um Cereja Descascado, com processamento seco e submerso, com e sem inóculo comercial, nos tempos de 24, 48 e 72 horas para ambos os cafés. Os resultados demonstraram que a metodologia da *Specialty Coffee Association* possibilitou a distinção da qualidade das bebidas dos cafés avaliados nos diferentes métodos de processamento, apresentando uma qualidade superior para as bebidas e para este trabalho, as respostas mais bem avaliadas foram para os tempos de fermentação de 72 horas com processamento seco, fruto Cereja e com inóculo, evidenciando que a fermentação do café contribuiu para a obtenção de uma bebida de qualidade com atributos sensoriais intrínsecos.

Palavras-chave: Café especial; Processo Fermentativo; Qualidade do café.

ABSTRACT

Brazil stands out in the international market as the largest producer and exporter of coffee and also as one of the largest consumers of the drink, and in this scenario of growing demand, in which consumers seek, in addition to the quality of the drink, an experience in the consumption of special coffees, which are associated with a diversity of flavors and aromas. Among the post-harvest processes, fermentation can add relevant attributes such as flavor, aroma and acidity, which result from chemical, physiological and metabolic changes in the process. Thus, the objective of this work was to apply the methodology of sensory analysis of specialty coffees proposed by the Specialty Coffee Association for the qualification of the quality of Catuaí IAC 144 coffee, harvest 2022, in methodologies of fermentation processes, and to evaluate the occurrence of possible relationships with the sensory profiles found in the final drink in the cup. In the experiment, 24 bioreactors of 200 liters were used, plus two controls, one Cherry and one Peeled Cherry, with dry and submerged processing, with and without commercial inoculum, at times of 24, 48 and 72 hours for both coffees. The results showed that the Specialty Coffee Association methodology made it possible to distinguish the quality of the coffee drinks evaluated in the different processing methods, presenting a superior quality for the drinks and for this work, the best evaluated answers were for the fermentation times of 72 hours with dry processing, cherry fruit and inoculum, showing that coffee fermentation contributed to obtaining a quality drink with intrinsic sensory attributes.

Keywords: Special Coffee; Fermentation Process; coffee quality

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVOS	9
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1 Delineamento Experimental	11
3.2 Análise Sensorial.....	13
3.3 Análises dos Dados.....	13
4. RESULTADOS	13
4.1 Boxplot	14
4.2 Mapa de Cores.....	19
4.3 Árvore de Decisão	20
5. DISCUSSÃO	23
6. CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS	28

1. INTRODUÇÃO

A cafeicultura está inserida em um mercado global de bilhões de dólares, tendo umas das cadeias produtivas mais complexas do mundo. O Brasil tem grande relevância neste cenário, atuando como o maior produtor e exportador desta *Commodity* e também como o segundo maior consumidor mundial da bebida, além de representar uma grande parcela da produção de cafés especiais. Vale evidenciar que de acordo com a Organização Internacional do Café (OIC, 2021), o crescimento médio do consumo mundial de café foi de 1,9% ao ano.

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (BRASIL, 2022), para a safra de 2022, o Brasil produzirá em torno de 50380,5 milhões de sacas de café beneficiado (Produção total de *Coffea arábica* mais *Coffea canéfora* – Conilon), o que representa aproximadamente um terço de todo o café exportado do mundo, com um consumo interno de 21,5 milhões de sacas no ano de 2021 (ABIC, 2021). Entre os estados produtores no país, o destaque se dá para Minas Gerais, que ocupa a liderança como maior produtor, com previsão de colheita de 22033,1 milhões de sacas beneficiadas de café arábica (*Coffea arábica*) para a safra de 2022 (CONAB, 2022). Neste contexto, as cidades que fazem parte da mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (MINAS GERAIS, 2010), importante produtora de cafés especiais do cerrado mineiro, vem se destacando na modernização da produção da variedade *Coffea arabica*, com foco cada vez maior no desenvolvimento de metodologias que agreguem qualidade ao produto final da bebida.

O fruto do café é considerado como um produto essencialmente de *terroir*, denotando com isto, comportar-se de acordo com os recursos e condições ambientais de onde se encontra inserido. Qualidades particulares bem como a percepção sensorial da bebida, é influenciada direta e indiretamente por diversos fatores ambientais que compõem este ecossistema, como temperatura, umidade, altitude, latitude, radiação solar, água e solo, fatores genéticos, microbioma do solo, da planta e do fruto, fatores tecnológicos como a fertilidade do solo, controle de pragas e doenças, métodos de manejo, tecnologias de pós-colheita, processos de fermentação, secagem e armazenamento, conservação e o controle de qualidade dos grãos. Cada

um destes fatores tem um papel importantíssimo e pode influenciar individualmente a qualidade da bebida na xícara (BRESSANI *et al.* 2021).

A região do Cerrado Mineiro apresenta características ideais para o cultivo do café arábica, como frutificação uniforme e alta produtividade. A região obteve em 2014, pelo INPI - Instituto Nacional de Propriedade Intelectual, a denominação de origem (DO), com o nome geográfico/Gentílico de “Região do Cerrado Mineiro”, de acordo com a Portaria Nº 165/95 (IMA, 1995), sendo uma das primeiras do país a receber esta certificação, afirmando o compromisso da região na produção de cafés de excelência e com alto valor agregado. Os cafés produzidos na região do Cerrado Mineiro apresentam aromas intensos, rico em complexidade e diversidade, que variam do caramelo a nozes, um sabor de chocolate de longa duração e com uma acidez delicadamente cítrica (JESUS, 2018).

De acordo com *Specialty Coffee Association* (SCA), o termo “café especial” é uma denominação para cafés com grãos isentos de impurezas e defeitos e que possuem um conjunto de aromas equilibrados e sabores memoráveis, que incluem bebida limpa e doce, corpo e acidez equilibrados, que qualificam sua bebida acima dos 80 pontos na análise sensorial. Além da qualidade intrínseca, os cafés especiais devem ter rastreabilidade certificada e respeitar critérios de sustentabilidade incluindo a otimização das condições ambientais, sociais e econômicas, em todas as etapas de produção (GIOMO e BORÉM, 2011).

Inseridos em um mercado cada vez mais exigente e seletivo e visando a produção de uma bebida com qualidade superior e a conquista de novos comércios, além da relevância econômica que a cultura representa para o cerrado mineiro, os produtores tem buscado junto à pesquisa, o conhecimento e o aprimoramento de metodologias de produção que visam combinar processos, com o objetivo de agregar valor à bebida final. Deste modo, o processo fermentativo se mostra extremamente promissor no cenário de produção de cafés especiais que possibilita agregar qualidade sensorial na bebida. Esse processo é uma etapa da pós-colheita, onde microrganismos alteram as propriedades sensoriais e funcionais da massa fermentada, por meio de diferentes processos bioquímicos, produzindo um produto final com características desejáveis ou não para o consumidor, e que nos permite monitorar diferentes condições como pH, temperatura, tempo de fermentação,

presença ou ausência de água (fermentação seca ou submersa) e a incorporação ou não de microrganismos inoculantes (CHALFOUN e FERNANDES, 2013).

Fermentação é um termo geral para a degradação anaeróbia da glicose ou de outros nutrientes orgânicos para obtenção de energia e um gerador de ATP no qual compostos orgânicos atuam como doador e como aceptor de elétrons. Neste processo ocorre na glicólise, onde uma molécula de glicose é degradada em uma série de reações catalisadas por enzimas, gerando duas moléculas do composto de três átomos de carbono, o piruvato. Durante as reações sequenciais da glicólise, parte da energia livre da glicose é conservada na forma de ATP e NADH. (BERG, TYMOCZKO, STRYER 2014 e NELSON e COX, 2014).

O processo fermentativo tem se mostrado complexo devido a grande diversidade de microrganismos e enzimas envolvidas e as inúmeras reações microbiológicas que ocorrem durante a fermentação, não se limitam apenas à produção de etanol ou ácido láctico a partir do consumo de glicose, mas também envolve a degradação de aminoácidos, polissacarídeos, produção de outros ácidos, diminuição e/ou aumento de compostos fenólicos, diminuição do teor de cafeína dentre outros (CARDOSO *et al*, 2021).

2. OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo, avaliar e relacionar, diferentes condições de processamento e fermentação do cultivar Catuaí IAC 144, com a qualidade final da bebida na xícara, por meio da análise dos resultados de avaliadores credenciados e com o uso de ferramentas de diagnóstico destes resultados visando a busca de correspondências entre os experimentos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na fazenda Pântano, com altitude de 1.100 metros, município de Coromandel, estado de Minas Gerais, onde o cultivar avaliado no estudo foi a variedade Catuaí IAC 144, com cafés provenientes da safra 2022. A colheita dos frutos foi realizada de forma mecanizada, e depois de colhidos foram submetidos a lavagem e parte dos frutos foram posteriormente descascados, seguindo os protocolos da fazenda. Para a obtenção do café Cereja Descascado (CD), após o procedimento de lavagem-separação, os frutos do café foram descascados, permanecendo a mucilagem aderida ao pergaminho, por fricção, em descascadores mecânicos (MESQUITA, 2016).

O modelo de biorreator utilizado no experimento foi o de bombona plástica de polipropileno atóxica, de 200 litros de capacidade. Para o experimento do cultivar Catuaí IAC 144, foram utilizados um total de 24 bombonas. Todas as bombonas foram previamente higienizadas com água e ácido peracético 17% (NASCIMENTO *et al*, 2015).

Para as fermentações com os frutos do café Cereja e Cereja Descascado (CD) com processamento via úmida (submerso), os cafés foram transferidos para os biorreatores utilizados no experimento, contendo 60 litros de água (30% do volume), sendo que, para os experimentos onde foram utilizados o inoculante comercial Nucoffee®, recorreu-se a concentração de 3×10^7 células/mL, que foi diluído e distribuído de forma homogênea sobre a massa de café dentro do biorreator.

Para as fermentações com os frutos do café Cereja e CD com processamento seco, os frutos do café também foram transferidos para os biorreatores e para os experimentos onde foram utilizados o inoculante comercial Nucoffee®, também recorreu-se a concentração de 3×10^7 células/mL, que foi diluído e distribuído de forma homogênea sobre a massa de café dentro do biorreator.

Todas as bombonas foram hermeticamente fechadas e equipadas com um *airlock* para troca gasosa e monitoradas a cada 24 horas até 72 horas de fermentação, onde no término do tempo estabelecido para cada experimento, e após a coleta das amostras e o registro dos dados, os frutos do café foram lavados para interromper o processo fermentativo, e posteriormente, encaminhado aos terreiros suspensos

localizados na propriedade, onde foi submetido ao processo de secagem natural, até os grãos atingirem teor de 11% de umidade.

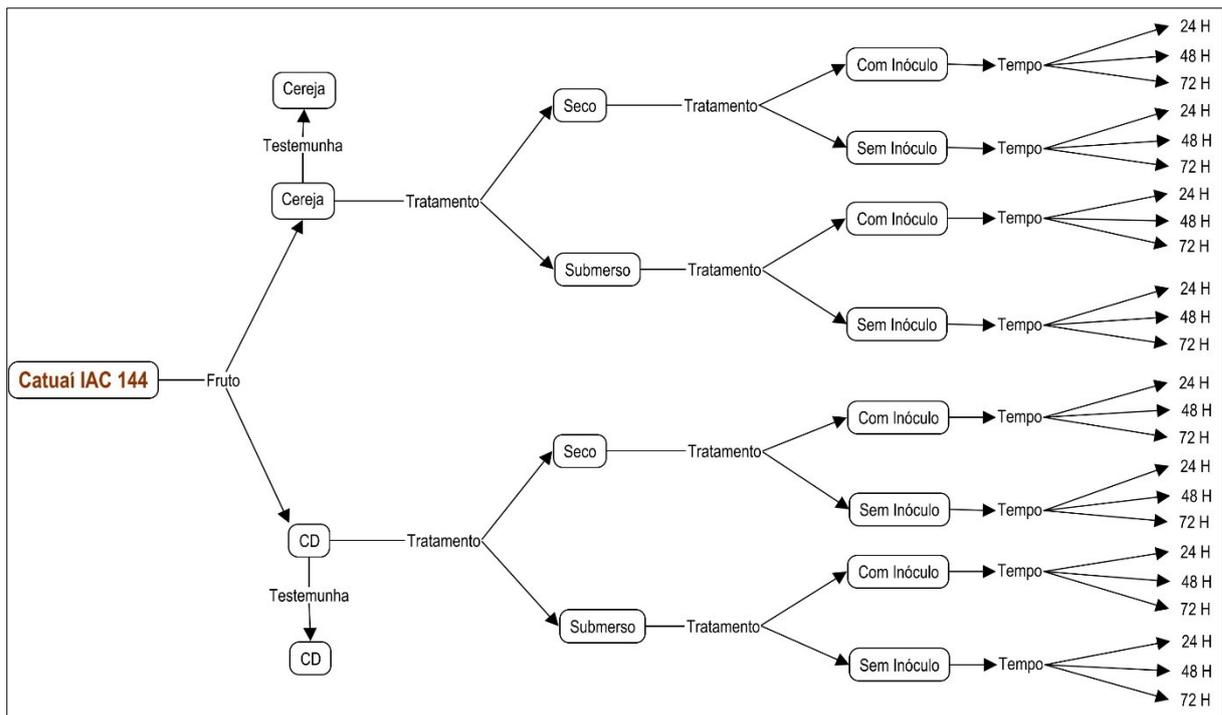
Para controle, amostras de Catuaí IAC 144 Cereja e CD, equivalentes ao volume de um biorreator, foram encaminhadas no primeiro dia, direto para o terreiro suspenso, para terreiro suspenso, para secagem natural, denominado testemunha.

Após o término do processo de secagem, as amostras de grãos de café foram armazenadas para descanso por 25 dias e após este tempo, amostras de 5 Kg foram encaminhadas para o Laboratório de análises de Alimentos da Universidade Federal de Uberlândia - UFU (FEQUI), no prédio na rua Major Gerônimo 566, centro Patos de Minas, para dar início as análises.

3.1 Delineamento Experimental

O experimento foi delineado em 24 experimentos, conduzidos com cafés Cerejas e CD, ambos nas condições seco e submerso, com inóculo comercial Nucoffee® e sem inóculo, todos obedecendo uma repetição para os intervalos de tempo de 24, 48 e 72 horas, mais duas testemunhas sendo uma Cereja e outra Cereja Descascado, conforme relacionado na Tabela 01.

Tabela 01: Relação dos Experimentos Conduzidos com o Café Catuaí IAC 144 na Fazenda



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nos experimentos foram acoplados um sistema de aquisição de dados, desenvolvido na UFU, campus Patos de Minas, para a coleta e armazenamento de dados de temperatura e pH ao longo do processo de fermentação, que foram armazenados em um cartão mini SD, e também um dispositivo para coleta da temperatura ambiente, onde se encontrava os biorreatores.

No tempo zero (início do processo de fermentação) e a cada 24 horas, nos biorreatores, foram realizadas, com 5 repetições, as aferições de % BRIX utilizando-se de um refratômetro digital óptico modelo MA888 da Akso®, oxigênio dissolvidos utilizado um medidor modelo SX716 da Akso® e temperatura e pH, utilizando um medidor de pH para semissólidos, modelo pH In da Akso®. Posteriormente, a massa dos frutos de café de cada biorreator foi lavada com água corrente, visando interromper o processo de fermentação e em seguida, disposta em lotes, espalhados em uma camada fina em terreiros suspensos para secagem até obter em torno 11% de umidade, para serem armazenados em sacarias por 25 dias, até o momento de classificação e torra.

3.2 Análise Sensorial

As análises sensoriais para qualificação de cafés especiais, foram conduzidas observando parâmetros qualitativos da bebida por meio de provação dos avaliadores credenciados (*Q-grader*), empregando o protocolo da SCA (SCA, 2015), onde há a oportunidade de avaliação de 11 (onze) atributos para o café (fragrância/aroma, uniformidade, ausência de defeitos (xícara limpa), doçura, sabor, acidez, corpo, finalização, equilíbrio, defeitos e avaliação global), onde cada *Q-grader* estabeleceu uma nota, de acordo com sua percepção sensorial, ao avaliar a bebida. A partir de uma escala de 16 (dezesseis) unidades que representam os níveis de qualidade com intervalos de 0,25 (um quarto de ponto) entre valores numéricos compreendidos entre “6 - Bom” e “9 - Excepcional”, e após o somatório das notas corresponde à classificação final da bebida de cada amostra, as que receberam notas acima de 80 pontos foram classificados como cafés especiais (GIOMO, 2009; SCA, 2015; PAIVA, 2010).

3.3 Análises dos Dados

Os resultados obtidos através dos perfis sensoriais de cada tratamento foram dissertados visando a comparação com diferentes parâmetros do experimento e objetivando transformar dados numéricos na determinação de padrões que podem indicar modelos preditivos no viés de qualidade da bebida café na região do Cerrado Mineiro, definidos pelo aroma e sabor.

4. RESULTADOS

A qualidade da bebida foi mensurada pela prova de xícara baseada na metodologia da SCA (SCA, 2015) e os atributos avaliados são relacionados a

aceitação do consumidor (LEE et al, 2015). Observou-se pelas análises dos 24 experimentos realizados, mais as duas testemunhas, que as condições do processamento do café, afetaram em termos de qualidade a bebida na xícara, mostrando que o processo fermentativo é uma etapa positiva no aumento da nota sensorial dos cafés analisados. Assim, a etapa de fermentação é uma opção ao cafeicultor para alcançar maiores pontuações e agregar sabor e valor em sua bebida.

4.1 Boxplot

Com os dados obtidos, foram elaborados, gráficos BoxPlot utilizando o software MATLAB®, explorando as correlações entre as pontuações obtidas pelos pareceres dos *Q-Graders* com os diferentes parâmetros avaliados no experimento.

O Boxplot é uma ferramenta gráfica que representa a distribuição de dados de um conjunto. De acordo com BUSSAB e MORETTIN (2010), o BoxPlot nos dá uma ideia da posição, dispersão, assimetria, caudas e dados discrepantes (*outliers*), onde analisando o gráfico como um todo, nota-se a distribuição de dados e o intervalo e variabilidade das observações.

O Boxplot se mostra um gráfico simples e poderoso que resume a distribuição de variáveis contínuas por meio de cinco estatísticas: o limite mínimo ($LI = Q1 - (1,5) \cdot (Q3 - Q1)$), a extremidade inferior da caixa que se refere ao primeiro quartil ($Q1$), correspondendo 25% das medidas, indicando que 25% dos dados vão estar baixo dele, a mediana que é a linha que corta a caixa, dividindo os dados em 50% para baixo e 50% para cima, e é o valor principal do BoxPlot; a extremidade superior da caixa referente ao terceiro quartil ($Q3$), que corresponde a 75% das medidas, indicando que 25% dos dados vão ser encontrados depois dele; e o limite máximo ($LS = Q3 + (1,5) \cdot (Q3 - Q1)$). O comprimento vertical da caixa é o intervalo interquartil ($Q1$ a $Q3$), indicando a região que contém 50% de os dados, onde observamos que se a mediana for no meio da caixa, os dados devem ser simétricos (HEUMANN, SCHOMAKER e SHALABH, 2016).

Na Figura 1 analisa-se a relação de processamento do fruto de café Seco e Submerso com frutos Cereja e CD no qual o CD seco a assimetria não se mostra

presente em função da mediana (83,3 pontos) mais próximo de Q1, e neste caso obteve-se em Q3, valor máximo de 84,5 com destaque para LS de 86,0 pontos. Com estes valores o experimento CD Seco conseguiu os melhores resultados, enquanto que com café Cereja seco apresentou mediana de 83,0 e um LS de 85,2 pontos, se mostrando superior ao Cereja submerso, porém com 50,0% das notas em Q3 do Cereja testemunha.

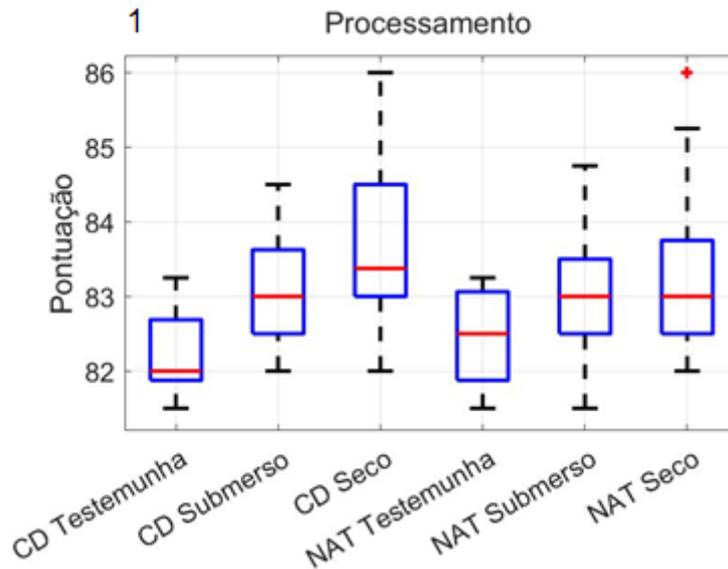


Figura 1: Tipo de Processamento dos Frutos Sendo Seco ou Submerso e Tipo de Fruto Cereja ou CD do Experimento com o Café Catuaí IAC 144

Fonte: Pedro L. L. Bertarini/FEELT-UFU adaptado pelo autor.

Na Figura 2 estão apresentados os experimentos comparando os processamentos dos frutos CD e Cereja com o uso ou não de inóculo no processo fermentativo. Observa-se que o CD sem inóculo, a mediana foi de 83,2 ponto, com dados se mostrando simétricos no intervalo interquartil e em Q3 valores máximos de 84,0 pontos com destaque para um LS de 85,75 pontos. Este resultado foi o melhor destes experimentos, sendo o fruto de café Cereja com inóculo também apresentando notas também muito boas com mediana 83,0 pontos e Q1 de 83,75 pontos.

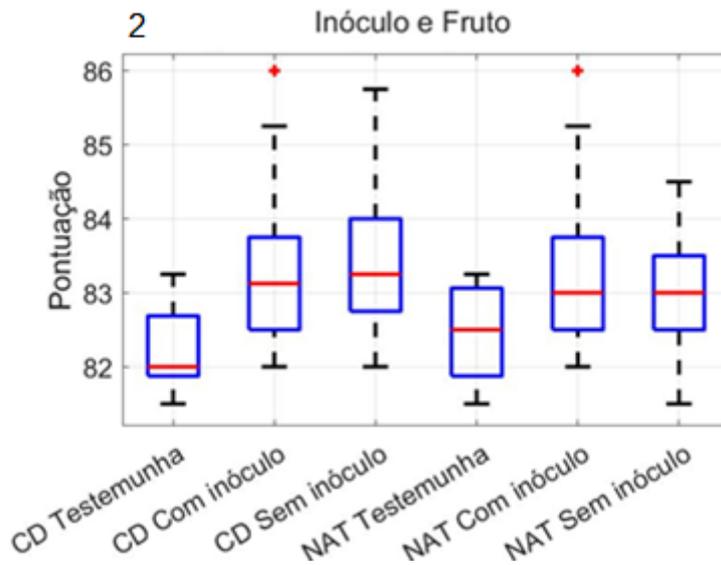


Figura 2: Experimento do Café Catuaí IAC com Processamento com Inóculo e sem Inóculo e Tipo de Fruto CD ou Cereja.

Fonte: Pedro L. L. Bertarini/FEELT-UFU adaptado pelo autor.

Com relação ao período de fermentação, a Figura 3A e 3B, apresentam as notas obtidas pelo processo de 24, 48 e 72 horas para os experimentos com inóculo e sem inóculo com os frutos de cafés Cereja e CD, Seco e Submerso.

Para os dados apresentados na Figura 3A com inóculo, constata-se que o melhor resposta foi atingida com o tempo de 72 horas, com a mediana no centro da caixa com valor de 83,75 pontos, com dados bem simétricos no intervalo interquartil e com 75,0% dos dados (Q3), abaixo de 84,5 pontos atingindo um LS de 86,0 pontos, com resultados de pontuação melhores em relação aos outros dois tempos.

Para a Figura 3B, para a variável sem inóculo, o tempo de 24 horas, verifica-se uma mediana de 83,5 pontos com dados se mostrando simétricos no intervalo interquartil, e Q3, com valor máximo de 84,25 com destaque para LS de 85,75 ponto, sendo este o melhor resultado para este experimento.

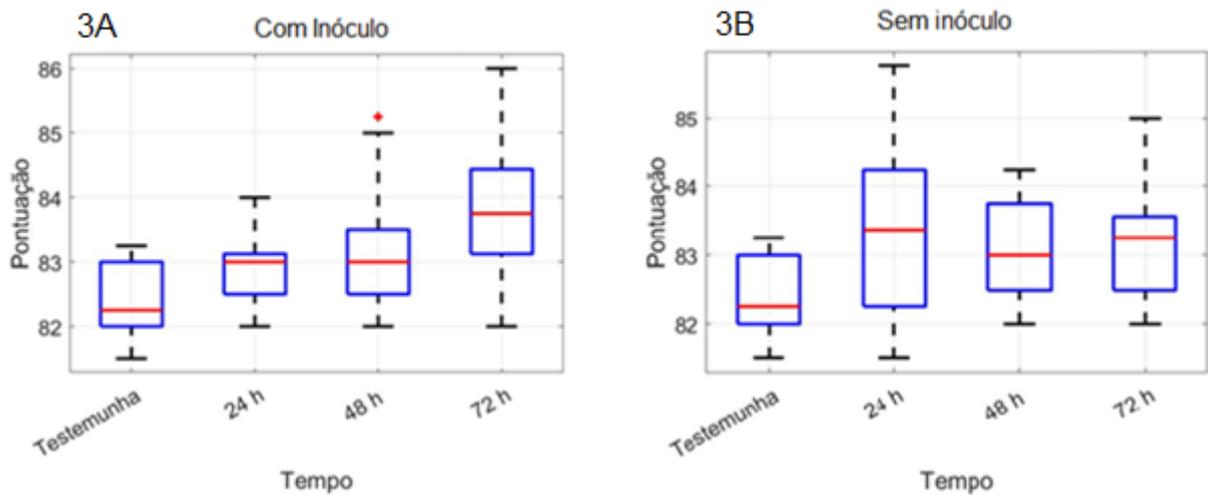


Figura 3: Experimento do Café Catuaí IAC 144 com Processamento de frutos Inóculo (A) e sem inóculo (B) em Diferentes Tempos de Fermentação.

Fonte: Pedro L. L. Bertarini/FEELT-UFU adaptado pelo autor.

Os experimentos realizados utilizando processos sem adição de água (seco) e com adição de água (submerso) são apresentados na Figura 4A e 4B. Os melhores resultados dos processos secos, Figura 4A, foram alcançados com o tempo de 72 horas de fermentação com a caixa apresentando uma mediana 83,75 com dados bem simétricos no intervalo interquartil com 75,0% dos dados (Q3) abaixo de 84,5 pontos e LS de 86,0 pontos.

Para os processos de frutos de cafés submerso (Figura 4B), o resultado que se mostrou melhor foi com o tempo de 24 horas, com a mediana de 82,8 pontos, Q3 com 83,75 pontos e um LS de 84,5 pontos.

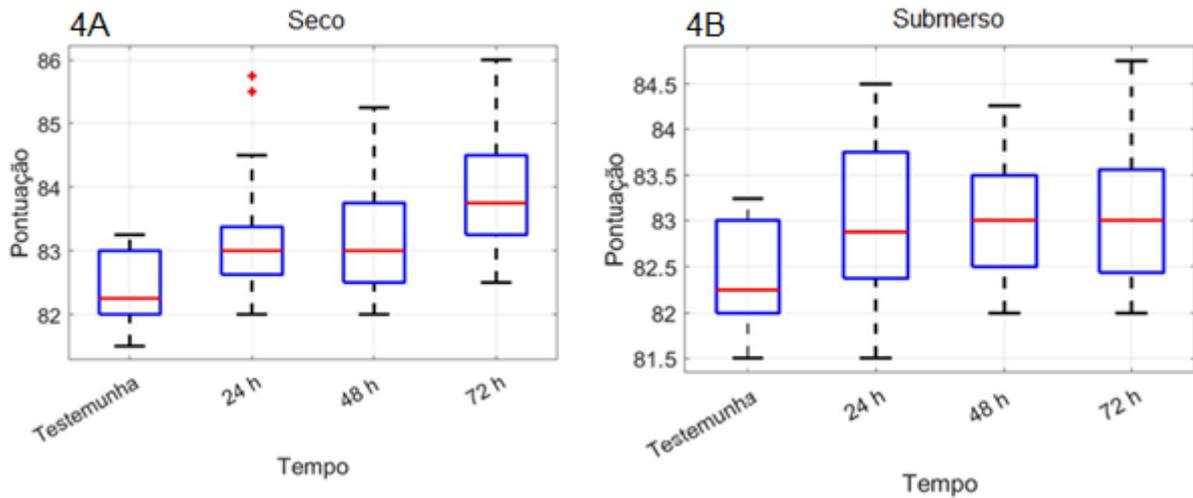


Figura 4: Experimento do Café Catuaí IAC 144 com Processamento de Frutos Seco (A) e Submerso (B) em Diferentes Tempos de Fermentação.

Fonte: Pedro L. L. Bertarini/FEELT-UFU adaptado pelo autor.

Nos resultados do tipo de fruto Cereja ou CD, com processamento seco e submerso, com e sem inóculo, nos diferentes tempos de fermentação, são apresentados na Figura 5A e 5B.

Na Figura 5A, para o fruto Cereja, o resultado que se destaca é o com tempo de 72 horas, com uma mediana no centro do intervalo interquartil e valor de 83,5 pontos, e 75,0% das notas (Q3), abaixo de 84,1 pontos e um LS de 86,0 pontos.

Já para os resultados do tipo de fruto CD (Figura 5B), o tempo de 24 horas, se mostrou melhor neste experimento, em relação aos demais tempos, com uma mediana de 83,5 com uma distribuição simétrica dos dados na caixa interquartil, e com um LS de 85,75 pontos.

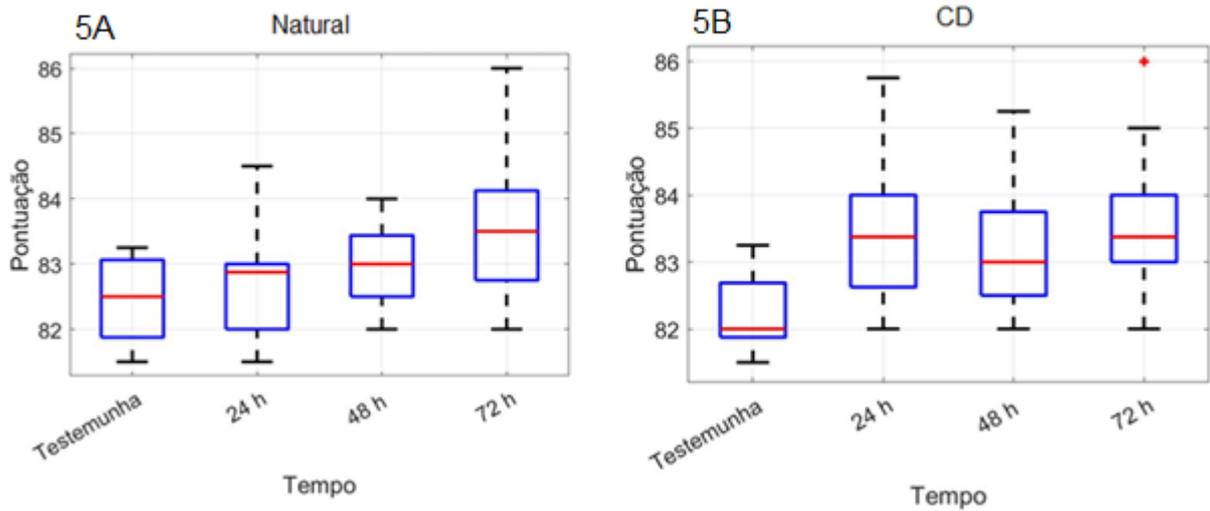


Figura 5: Experimento do Café Catuaí IAC 144 com Processamento de fruto Cereja (A) e Fruto CD (B) em Diferentes Tempos de Fermentação.

Fonte: Pedro L. L. Bertarini/FEELT UFU adaptado pelo autor.

4.2 Mapa de Cores

Nas diferentes metodologias empregadas no experimento, sendo fruto cereja ou CD, no processamento seco e submerso, com e sem inóculo com diferentes tempos de imersão, visando a avaliação das influências destes experimento na construção do perfil sensorial do café na prova de xícara, constatou-se pelas considerações dos *Q-Graders*, que os atributos sensoriais encontrados foram caramelo, chocolate, acidez cítrica, castanha, melaço, rapadura, frutas vermelhas, frutas amarelas e corpo cremoso, tendo as notas de chocolate, caramelo e castanha se destacado das demais (FIGURA 6), em conformidades com aromas descritos no Relatório de Qualidade Sensorial dos cafés finalistas do VI Prêmio Região do Cerrado Mineiro (FEDERAÇÃO DOS CAFEICULTORES DO CERRADO, Safra 2018/2019).

Código do Café	Fruto	Processamento	Inóculo	Tempo	Avaliador 01	Avaliador 02	Avaliador 03	Avaliador 04	Avaliador 05	Média das Notas	Média das Notas	Notas Sensoriais
20CAUNA	Natural	Saco	Inóculo	72							84,50	Castanha, caramelo, rapadura
6CAUNA	CD	Saco	Sem inóculo	24							84,30	Chocolate ao leite, caramelo, castanha, acidez cítrica
24CAUNA	CD	Saco	Inóculo	72							84,25	Caramelo, castanha, rapadura, frutas amarelas, acidez málica
15CAUNA	CD	Saco	Inóculo	48							83,75	Caramelo, chocolate, castanha, frutas vermelhas
22CAUNA	CD	Saco	Sem inóculo	72							83,60	Melão, castanha, acidez cítrica, frutas amarelas
18CAUNA	Natural	Saco	Sem inóculo	72							83,50	Caramelo, castanha, chocolate, acidez cítrica
1CAUNA	Natural	Submerso	Sem inóculo	24							83,45	Melão, caramelo, castanha, chocolate
11CAUNA	Natural	Submerso	Inóculo	48							83,35	Castanha, caramelo, frutas vermelhas, acidez cítrica
19CAUNA	Natural	Submerso	Inóculo	72							83,35	Rapadura, caramelo, castanha, acidez cítrica
5CAUNA	CD	Submerso	Sem inóculo	24							83,30	Chocolate, caramelo, rapadura, frutas vermelhas, acidez cítrica
14CAUNA	CD	Saco	Sem inóculo	48							83,30	Caramelo, castanha, chocolate, acidez cítrica
7CAUNA	CD	Submerso	Inóculo	24							83,15	Melão, caramelo, castanha, chocolate, acidez média
8CAUNA	CD	Saco	Inóculo	24							83,15	Chocolate, castanha, caramelo, acidez cítrica
13CAUNA	CD	Submerso	Sem inóculo	48							83,15	Chocolate, castanha, caramelo, frutas vermelhas
21CAUNA	CD	Submerso	Sem inóculo	72							83,15	Chocolate, castanha, caramelo, frutas vermelhas, acidez cítrica
10CAUNA	Natural	Saco	Sem inóculo	48							83,00	Chocolate, castanha, caramelo rapadura, acidez cítrica
23CAUNA	CD	Submerso	Inóculo	72							83,00	Chocolate, castanha, caramelo, acidez cítrica, frutas vermelhas
4CAUNA	Natural	Saco	Inóculo	24							82,95	Caramelo, castanha, leve frutado, rapadura
9CAUNA	Natural	Submerso	Sem inóculo	48							82,90	Caramelo, castanha, rapadura, frutas amarelas
12CAUNA	Natural	Saco	Inóculo	48							82,70	Chocolate, caramelo, castanha, frutas amarelas, acidez cítrica
15CAUNA	CD	Submerso	Inóculo	48							82,60	Caramelo, chocolate, castanha
17CAUNA	Natural	Submerso	Sem inóculo	72							82,60	Caramelo, castanha, caramelo, frutas amarelas
2CAUNA	Natural	Saco	Sem inóculo	24							82,40	Chocolate, caramelo, rapadura, frutas amarelas, acidez cítrica
3CAUNA	Natural	Submerso	Inóculo	24							82,25	Chocolate, castanha, caramelo, cítrico
26TCAUNA	CD	Testemunha									82,50	Chocolate, castanha, caramelo
25TCAUNA	Natural	Testemunha									82,40	Caramelo, chocolate, castanha, acidez cítrica



Figura 6: Mapa de Cores do Experimento do Café Catuaí IAC 144 com a Média das Pontuação Seguida pela Análise Sensorial de Cada Amostra Estabelecida pelos Q-Graders.

Fonte: Lívia C. F. Silva adaptado pelo autor.

De acordo com os resultados demonstrados nas figuras, observa-se que as respostas encontradas se mostraram superiores aos observados nas testemunhas, confirmando que a escolha da forma de processamento pode ser considerada como uma estratégia de desenvolvimento dos perfis sensoriais para cafés especiais, pois sabemos que a fermentação controlada do café aumenta a complexidade da bebida (BRESSANI *et al*, 2021), além disso, a qualidade da bebida não pode ser correlacionada apenas à fermentação, mas também às condições de produção e tratamento do café em si, como genética, condições edafoclimáticas no cultivo, manejo, unidade operações na pós-colheita (colheita, secagem, dentre outros) e torrefação (CARDOSO, W. S *et al*, 2021).

4.3 Árvore de Decisão

Dentre os resultados das análises dos dados que compõe o trabalho, destaca-se abaixo, estruturas visuais de árvores de decisão (*decision tree*), elaborada por

algoritmos de *machine learning* (MatLab®) com o objetivo de facilitar a visualização e compreensão das melhores metodologias encontradas nos experimentos para que no futuro possa facilitar uma tomada de decisão em qual processo utilizar.

Na Figura 7 que se segue a avaliação abrangeu todas as categorias observadas no experimento (Cereja e CD, Seco e Submerso, com e sem Inóculo). Neste caso a nota de corte foi de Alto: $\geq 83,0$ e Baixo: $< 83,0$ pontos.

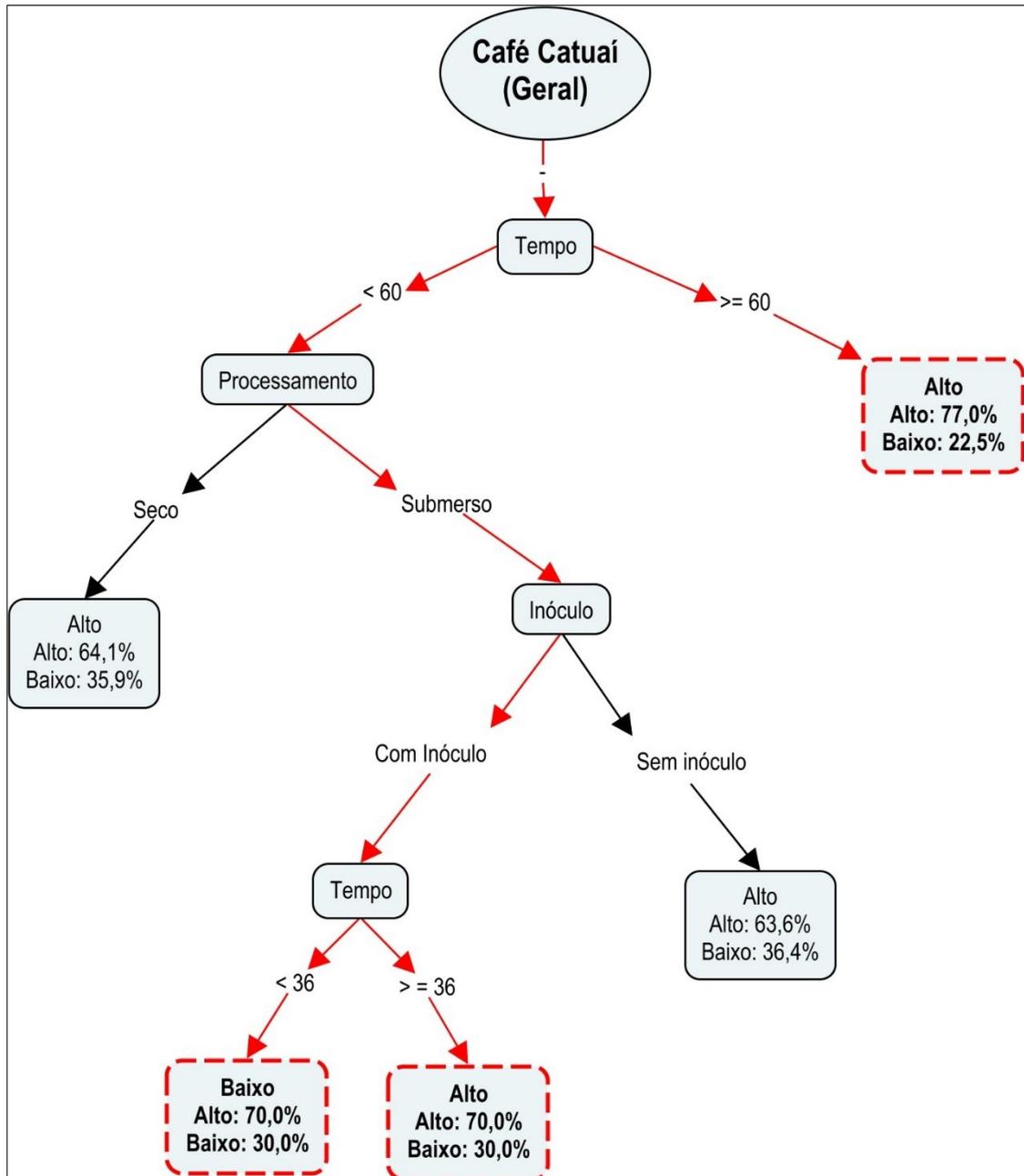


Figura 7: Representação de Uma Árvore de Decisão do Café Catuai 144 (Geral) Englobando Todos os Tipos de Processamentos do Experimento.

Fonte: Pedro L. L. Bertarini/FEELT-UFU adaptado pelo autor.

Na Figura 8, a categorização dos dados para a elaboração da árvore de decisão foi com os cafés CD. Neste cenário a nota de corte foi de Alto: $>83,0$ e Baixo: $\leq 83,0$ pontos.

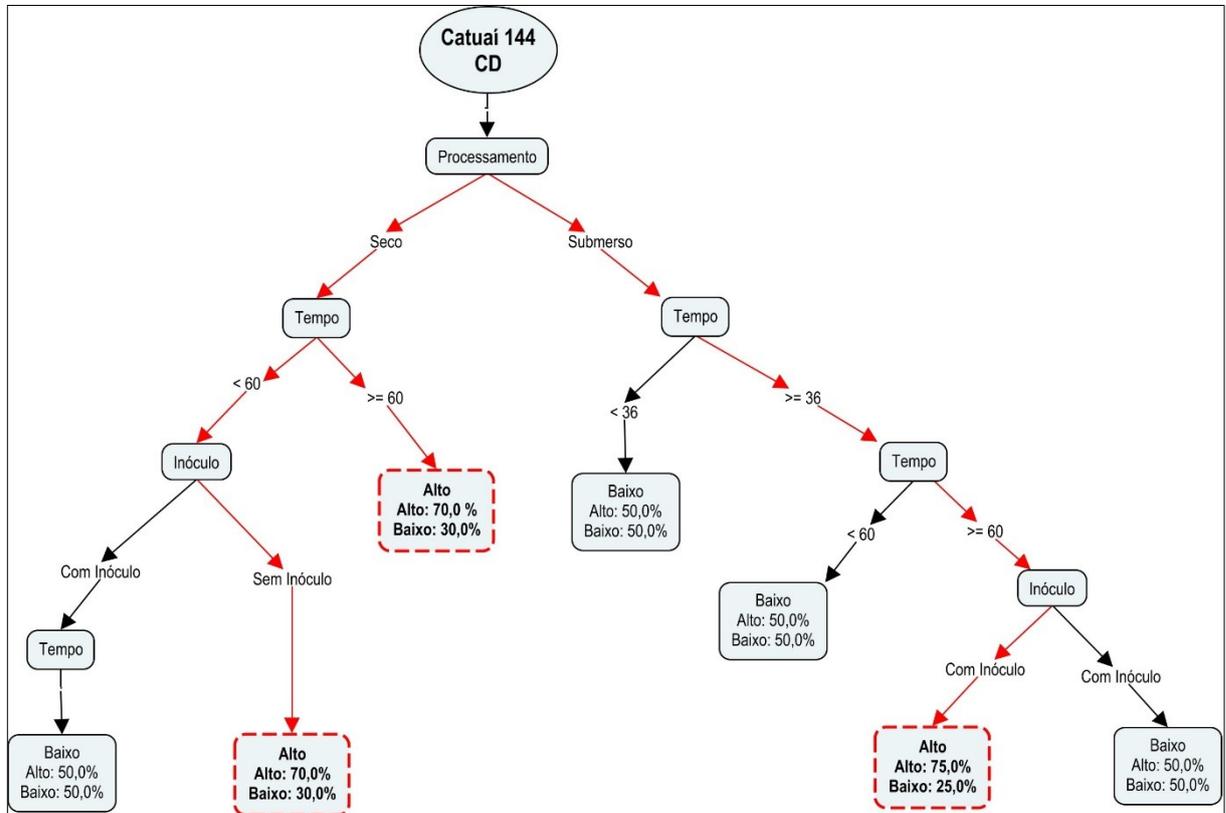


Figura 8: Representação de Uma Árvore de Decisão Para o Café Catuai 144, com Processamento CD.

Fonte: Pedro L. L. Bertarini/FEELT-UFU adaptado pelo autor.

Para a análise os dados do café Cereja, demonstrados na Figura 9 no qual obteve-se os melhores índices de êxito nas análises e a nota de corte foi de Alto: $\geq 83,0$ e para o Baixo: $< 83,0$ pontos.

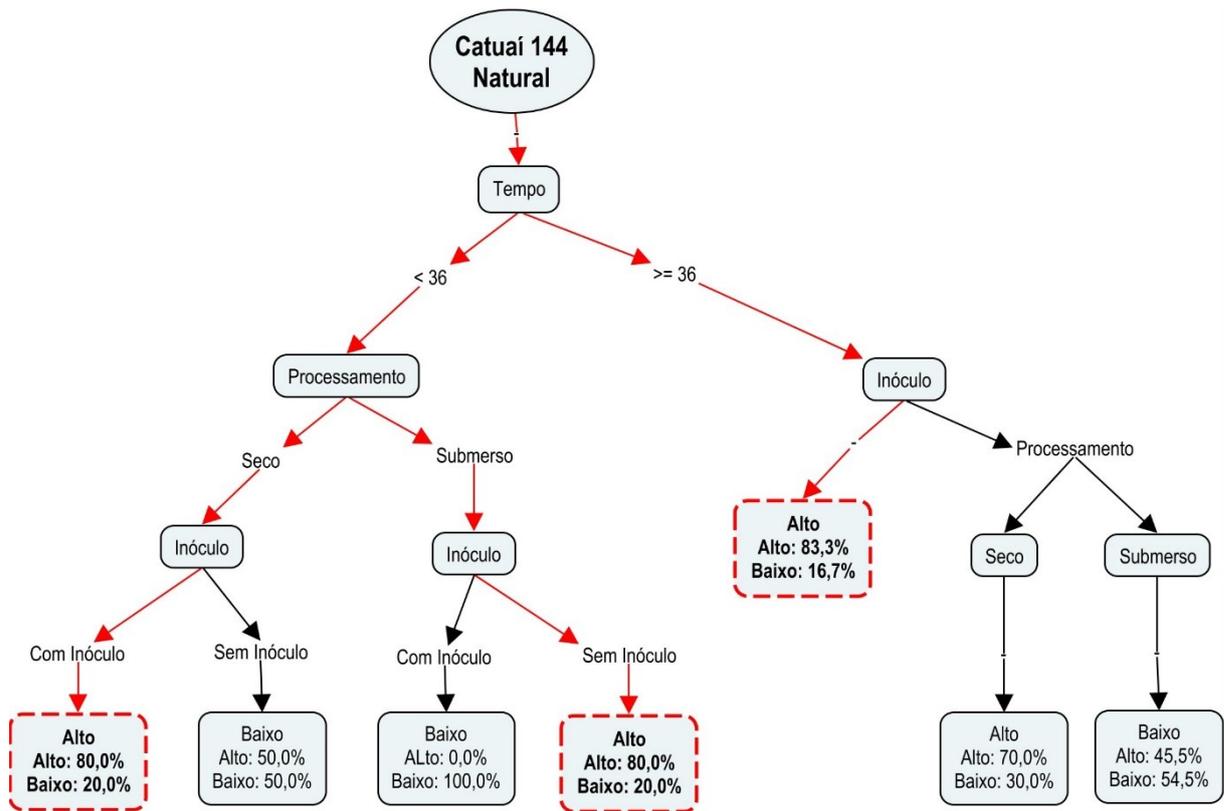


Figura 9: Representação de Uma Árvore de Decisão Para o Café Catuaí 144 com Processamento Cereja

Fonte: Pedro L. L. Bertarini/FEELT-UFU adaptado pelo autor.

5. DISCUSSÃO

Verifica-se que pelas análises que todos os experimentos se mostraram superiores as médias de notas encontradas nas testemunhas.

Na Figura 2 onde foram apresentados os experimentos comparando os processamentos dos frutos CD e Cereja com o uso ou não de inóculo no processo fermentativo e verificou-se comprando os resultados mostrados, que, para este experimento o uso do inóculo no processo fermentativo, não acrescentou melhorias significativas na pontuação final das bebidas de cafés avaliadas, entretanto BRESSANI (2021), relatada pontuações para os processamentos Cereja (84,75 pontos) e CD 84,92 pontos), valores encontrados neste trabalho.

Para o experimento com Inóculo apresentado na Figura 3A a testemunha possui Q3 com de valor de 82,75 pontos, valor idêntico ao valor da mediana do tempo de 24 horas, e valor de Q3 de 83,1 pontos, indicando que 75% das notas atingiram como valor máximo esta nota e que estes resultados estão semelhantes à testemunha tal qual para o tempo de 48 horas, onde a mediana é 83,0 pontos, valor idêntico ao do tempo de 24 horas e Q3 está em 83,5 pontos, ou seja, 75% das notas atingiram como valor máximo esta nota, indicando para estes dois tempos que a fermentação teve pouca efetividade em agregar valor nas notas finais da bebida. Neste experimento (Figura 3A), a fermentação melhorou a médias notas em relação a testemunha, resultado corroborado por PEREIRA et al (2020), em trabalho onde ele relata a melhora da qualidade do café com o uso de inóculo. Para este experimento utilizando os processos com inóculo e sem inóculo (Figura 3A e 3B), considerando os processamentos Cereja e CD, Seco e Submerso, os resultados se mostram muito semelhantes, com uma estreita vantagem do processo com inóculo.

Nos experimentos realizados utilizando processos seco e submerso (Figura 4A e 4B), observa-se que para o processo Seco os tempos de 24 e 48 horas exibindo ambos uma mediana de 83,0 pontos, valor que é o mesmo de Q3 da testemunha, indicando que que 50,0% das notas em 24 e 48 horas se mostram análogos ao intervalo interquartil da testemunha, apontando para estes dois tempos que a fermentação teve pouca eficiência em crescer valor nas notas finais da bebida.

Para os processos de frutos de cafés submersos mostrado na Figura 4B, os resultados encontrados constataam que, apesar de o tempo de 24 horas apresentar um melhor resultado, os tempos de 48 e 72 horas se mostraram bem semelhantes, com a mediada de ambos de 83,0 pontos, bem centrada no intervalo interquartil, indicando pouca variabilidade nos dados para os dois tempos e também observa-se que 50,0% do valores abaixo da mediana de 83,0 pontos, se mostram dentro do intervalo interquartil da testemunha que apresenta um Q3 de 83,0 pontos. Nesta situação, o experimento submerso, para todos os tempos analisados, deu-se variações pouco significativas nos valores médios das notas, mesmo, quando comparado à testemunha, todos os tempos do experimento submerso, se mostrarem melhores.

Utilizando os processos seco e submerso (Figura 4A e 4B), considerando os processamentos Cereja e CD, com e sem Inóculo, os resultados demonstraram que o processamento Seco apresentou os melhores resultados.

Para os processos de frutos de cafés Cereja (Figura 5A), vê-se que para o tempo de 24 horas, a mediana apresenta valor de 82,9 pontos muito próximo a Q3 de 83,0 pontos, e quando comparado com a testemunha com Q3 de 83,0 pontos, indicando que as notas para este tempo estão dentro do intervalo interquartil da testemunha, provando que para este tempo a fermentação não agregou nenhum valor à nota da bebida do café. Situação semelhante ao tempo de 48 horas, onde a mediana é de 83,0 que é um valor de Q3 da testemunha, indicando que 50,0% dos valores da nota são iguais aos da testemunha. Observa-se pelos gráficos que ocorreu uma melhoria na pontuação no decorrer do tempo do experimento, atingindo 72 horas com a melhor pontuação para este experimento

Para o fruto CD (Figura 5B), todos os tempos se mostraram melhores que a testemunha com Q1 nas três situações maiores (72 Horas), iguais (24 horas ou ligeiramente inferiores (48 horas) a Q3 da testemunha, porém percebe-se pelos gráficos que apesar de melhorar a pontuação das bebidas dos cafés, os tempos analisados, não apresentaram grandes variações nas médias das pontuações finais.

Os resultados sensoriais para as amostras com inóculo, apresentaram resultados semelhantes aos experimentos encontrados no trabalho de BRESSANI *et al*, (2021), porém sabe-se que a relação entre a fermentação e o perfil de aroma do café pode ser especificada como complexa e delicada, podendo o processo fermentativo, atribuir características apetecíveis ao aroma do café, ao mesmo tempo que uma fermentação incontrolada, fatalmente irá levar a sabores inóspitos (LEE *et al*, 2015).

A melhor média de nota observada no experimento (84,50 pontos), se deu com um café Cereja, seco, com inóculo, com um tempo de fermentação de 72 horas, que apresentou aromas sensoriais de castanha, caramelo e rapadura. Em seguida, as duas melhores médias de notas, são de cafés CD, secos, no entanto, uma sem inóculo 24 horas (84,30 pontos) com notas de chocolate ao leite, caramelo, castanha e acidez cítrica, e a outra (84,25 pontos), fruto CD, processamento seco, presença do inóculo e tempo de fermentação de 72 horas, com aromas de caramelo, castanha, rapadura, frutas amarelas, acidez málica.

Em contrapartida, as piores notas foram evidenciadas por um café Cereja, processamento seco, sem inóculo, com tempo de fermentação e 24 horas (82,40 pontos, que apresentou notas de chocolate, caramelo, rapadura, frutas amarelas e acidez cítrica e também um café Cereja, processamento submerso, com inóculo, notas sensoriais também encontradas no trabalho de EVANGELISTA *et al* (2014). Do mesmo modo, a amostra seguinte, com tempo de fermentação de 24 horas (82,25 pontos, com observância de notas de chocolate, castanha, caramelo e cítrico (FIGURA 9).

Na Figura 7 observam-se na análise, que dentre as escolhas relacionadas, no primeiro nó (nó-raiz), a primeira variável considerada foi o tempo, e que com base nas probabilidades temos que os melhores resultados foram obtidos com tempo de 72 horas (Alto: 77,0 %). Para os tempos de 24 e 48 horas, os melhores resultados foram obtidos nos processamentos submerso com inóculo com assertividade de 70,0%.

Na análise da Figura 8 para os cafés CD, verifica-se no primeiro nó, diferentemente da anterior (Figura 7), que a primeira variável considerada foi o Processamento e não o Tempo, onde constata-se que o melhor resultado com assertividade de 75,0% foi para os experimentos submersos, com tempo de 72 horas e uso de inóculo, enquanto que para os experimentos Seco, na outra ramificação, considerando todos os tempos com e sem o uso de inóculo, a assertividade foi de 70,0%.

Para a análise dos dados do café Cereja, demonstrados na Figura 9, o primeiro nó se liga com a variável Tempo como na Figura 7 (Café Catuaí – Geral) e o resultado que se mostrou superior com assertividade de 83,30% foi para os experimentos com tempo de 48 e 72 horas e com uso de inóculo. Para os experimentos com tempos de 24 horas, seco e submerso, a exatidão dos resultados foi de 80,0% tanto para os que usaram inóculo quanto para os que não usaram.

6. CONCLUSÃO

Neste experimento, a amostra de café mais bem avaliadas foi a de tempo 72 horas com processamento seco, fruto Cereja e com inóculo, com média de 84,50

pontos e com uma nota de pico de 86,0 pontos. Os melhores resultados encontram-se nos tempos maiores que 24 horas, para processamento seco e CD. O uso do inóculo não acrescentou grandes variações na média das notas, porém demonstrou ser uma fermentação com um processo mais homogêneo. Nos atributos sensoriais evidenciados pelos avaliadores se destacaram aromas como chocolate, caramelo e castanha, aromas característicos da região do Cerrado Mineiro.

Pode-se constatar, com base nos resultados demonstrados, que com o processo fermentativo no café Catuaí 144, nas diversas metodologias de processamento, melhorou a qualidade da bebida na xícara.

Porém sabe-se que neste processo de construção de aromas e sabores, é notório que a atuação de diversas variáveis e processos durante a fermentação do café, contribuem de forma positiva ou negativa na formação destas nuances de aromas e gostos, demonstrando uma intrincada e delicada relação entre o processo fermentativo e o sabor final do café na xícara.

É notório pelo número de publicações recentes, que nos últimos anos, estudos científicos demonstraram o potencial de modificação do perfil sensorial da bebida do café por meio do controle do processo com a aplicação de técnicas de fermentação, mas, um maior número de estudos nesta área são necessários na busca de entender toda a dinâmica dos processos que ocorrem, uma vez sendo o fruto do café um produto *terroir*, o conhecimento das especificidades locais é de extrema importância na obtenção de sucesso nestes processos.

REFERÊNCIAS

ABIC - Associação Brasileira da Indústria de Café. **Indicadores da Indústria de Café – 2021**. Disponível em <<https://estatisticas.abic.com.br/estatisticas/indicadores-da-industria/indicadores-da-industria-de-cafe-2021/#:~:text=Quando%20analisado%20o%20consumo%20per,2%2C77%25%20no%20per%C3%ADodo>> Acesso em 28 de novembro de 2022.

BERG, J. M.; TYMOCZKO, J. L.; STRYER, L. **Bioquímica**. 7. ed. - Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

BRESSANI, A. P. P. *et al.* **Influence of yeast inoculation on the quality of fermented coffee (*Coffea arabica* var. Mundo Novo) processed by cereja and pulped cereja processes**. International Journal of Food Microbiology. Volume 343, 2 April 2021, 109107. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2021.109107>. Acesso em 28 de novembro de 2022

BUSSAB, W.O.; MORETTIN, P.A. **Estatística Básica**. 6 ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2010.

CARDOSO, W. S *et al.* **Biochemical Aspects of Coffee Fermentation**. In: PEREIRA, L. L.; MOREIRA, T. T. Quality Determinants In Coffee Production (org). Food Engineering Series - Published: 13 December 2021. cap 04. p. 149 - 208. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-54437-9>. Acesso em 02 de dezembro de 2022

CHALFOUN, S. M.; FERNANDES, A. P. **Efeitos da fermentação na qualidade da bebida do café**. Visão Agrícola, USP, p. 105-108, 2013. Disponível em <<https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va12-qualidade-da-bebida01.pdf>> Acesso em 28 de novembro de 2022.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira: café – v.1, n.1 (2014)**. Brasília: Conab, 2014. Quadrimestral. Disponível em < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe>> Acessado em 28 de novembro de 2022.

EVANGELISTA, S. R. *et al.* **Improvement of coffee beverage quality by using selected yeasts strains during the fermentation in dry process**. Food Research International. Volume 61, July 2014, Pages 183-195. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.11.033>. Acesso em 02 de dezembro de 2022

FAZENDA PÂNTANO. Disponível em <https://brazilcoffeenation.com.br/property/show/id/17>> Acesso em 18 de dezembro de 2022

FEDERAÇÃO DOS CAFEICULTORES DO CERRADO. **Relatório de qualidade sensorial dos cafés finalistas do vi prêmio região do Cerrado Mineiro – Safrá 2018/2019**. VI Prêmio Região do Cerrado Mineiro. Disponível em https://www.cerradomineiro.org/relatoriodequalidade2019/relatorio_de_qualidade_da_safrá_região_do_cerrado_mineiro.pdf> Acesso em 02 de janeiro de 2023.

GIOMO, G. S. *et al.* **Análise sensorial aplicada à avaliação da qualidade de bebida de café submetido a diferentes métodos de processamento e secagem**. Anais do VI Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil (2009). Disponível < <http://www.consorciopesquisacafe.com.br/index.php/consorcio/separador2/simposio-de-pesquisa-dos-cafes-do-brasil/547-anais-do-vi-simposio-de-pesquisa-dos-cafes-do-brasil>> Acesso em 18 de dezembro de 2022.

GIOMO, G. S.; BORÉM, F. M. **Cafés especiais no Brasil**: opção pela qualidade. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 32, n. 261, p. 9-18, mar./abr. 2011.

HEUMANN, C.; SCHOMAKER, M.; SHALABH. **Introduction to Statistics and Data Analysis**: With Exercises, Solutions and Applications in R. Springer International Publishing, Year: 2016. DOI 10.1007/978-3-319-46162-5. Acesso em 05 de janeiro de 2023.

ILLY, A; VIANI, R. **Espresso Coffee**: The Science of Quality. Second edition, 2005. Elsevier Academic Press.

Indicações Geográficas: **Denominações de Origem Reconhecidas**. Disponível em <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/indicacao-geografica/listaigs>> Acesso em 28 de novembro de 2022.

JESUS, O.A. **Qualidade sensorial dos cafés finalistas do vi prêmio região do cerrado mineiro**. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Cafeicultura). Patrocínio: Centro Universitário do Cerrado Patrocínio, 2018. Disponível em https://www.unicerp.edu.br/ensino/cursos/cafeicultura/monografias/2018/QUALIDADE_SENSORIALDOSCAFESFINALISTAS.pdf> Acesso em 05 de dezembro de 2022

LEE, L. W et al. **Coffee fermentation and flavor – An intricate and delicate relationship**. Food Chemistry 185 - 2015. 182–191. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.03.124>. Acesso em 02 de dezembro de 2022

MESQUITA, C. M. et al. **Manual do café: colheita e preparo** (*Coffea arábica* L.). Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016. 56 pág.56 págs. Disponível em <http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/publicacoes_tecnicas/livro_colheita_preparo.pdf> Acesso em 05 de dezembro de 2022.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária - IMA. **Portaria Nº 561, de 17 de dezembro de 2002.** Disponível em <http://ima.mg.gov.br/index.php?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=1823&id=18820&Itemid=1000000000000> Acessado em 28 de novembro de 2022.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária - IMA. **Portaria Nº 165, de 27 de abril de 1995.** delimita regiões produtoras de café do estado de minas gerais para a instituição do certificado de origem. Disponível em <http://ima.mg.gov.br/index.php?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=1678&id=17696&Itemid=1000000000000> Acesso em 28 de novembro de 2022.

MINAS GERAIS. **Meso e microrregiões do IBGE - 2010.** Disponível em <https://www.mg.gov.br/sites/default/files/paginas/arquivos/2016/ligminas_10_2_04_ligstamesomicro.pdf> Acesso em 28 de novembro de 2022

NASCIMENTO, A. C. do *et al.* **Estabilidade do ácido peracético no processo de desinfecção prévia à lavagem.** Revista Assoc. Paul. Cir. Dent. vol.69 no.4 São Paulo Out./Dez. 2015. Disponível em <[http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-52762015000300010#:~:text=O%20%C3%A1cido%20perac%C3%A9tico%20\(acetil%20hidroper%C3%B3xido,faixa%20de%20temperatura%20\(0%20a](http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-52762015000300010#:~:text=O%20%C3%A1cido%20perac%C3%A9tico%20(acetil%20hidroper%C3%B3xido,faixa%20de%20temperatura%20(0%20a)> Acesso em 05 de dezembro de 2022

NELSON, D. L.; COX. M. M., **Princípios de bioquímica de Lehninger.** 6ª. Ed - Porto Alegre: Artmed, 2014.

OIC - ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ. **Preços do café registram novas altas em agosto de 2021, pois preocupações com o abastecimento futuro e fretes cada vez mais caros continuam a ter grande influência no mercado.** Relatório sobre Mercado de Café = agosto 2021. Disponível em <http://consorciopesquisacafe.com.br/arquivos/consorcio/publicacoes_tecnicas/relatorio_oic_agosto_2021.pdf> Acesso em 05 de dezembro de 2022.

PAIVA, E. F. F. **Avaliação sensorial de cafés especiais: um enfoque multivariado**. 2010. 100 f. Tese (Doutorado na área de concentração em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010. Disponível em <http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/2844/1/TESE_Avalia%C3%A7%C3%A3o%20sensorial%20de%20caf%C3%A9s%20especiais%20um%20enfoque%20multivariado.pdf> Acesso em 18 de dezembro de 2022

PEREIRA, L. L. *et al.* **New propositions about coffee wet processing: Chemical and sensory perspectives**. Food Chemistry. Volume 310, 25 April 2020, 125943 <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125943>

RIBEIRO, L. S. *et al.* **Controlled fermentation of semi-dry coffee (*Coffea arabica*) using starter cultures: A sensory perspective**. LWT - Food Science and Technology. Volume 82, 1 September 2017, Pages 32-38. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.04.008>. Acesso em 02 de dezembro de 2022

SCA. **SCAA protocols: cupping specialty coffee**. Specialty Coffee Association of America SCAA - Dec 2015. Disponível em <<http://www.scaa.org/PDF/resources/cupping-protocols.pdf>> Acesso em 18 de dezembro de 2022.